

1953年6月水害における室見川・樋井川の 河川水量試算

TRIAL CALCULATION OF THE RIVER FLOW RATE IN MUROMI RIVER AND HII
RIVER IN FUKUOKA CITY AT FLOOD DISASTER ON JUNE, 1953

宗 建郎¹・黒田 圭介²・黒木 貴一³・磯 望⁴・後藤 健介⁵

Tatsuroh SOH, Keisuke KURODA, Takahito KUROKI, Nozomi ISO and Kensuke GOTO

¹西南学院大学非常勤講師（〒814-8511 福岡市早良区西新6-2-92）

E-mail: soh_fukuhi@ yahoo.co.jp

²西南学院大学非常勤講師（〒814-8511 福岡市早良区西新6-2-92）

E-mail: kuroda@seinan-gu.ac.jp

³福岡教育大学（〒811-4192 宗像市赤間文教町1-1）

E-mail: kuroki0@fukuoka-edu.ac.jp

⁴西南学院大学（〒814-8511 福岡市早良区西新6-2-92）

E-mail: iso@seinan-gu.ac.jp

⁵長崎大学（〒852-8523 長崎市坂本1-12-4）

E-mail: k goto@nagasaki-u.ac.jp

Key Words: land use, topographic maps, runoff coefficient, flood disaster on June, 1953

1. はじめに

豪雨に伴う洪水には上流からの土砂が含まれ、ひとたび氾濫に至れば豪雨程度に応じた大量の土砂が堤内に堆積し、被害を拡大する。また豪雨程度に関わらず、堤内の土地利用状況が変化すれば流出する土砂量とともにその水量も変化することが考えられる。

過去の災害は貴重な資料であり、類似の災害を未然に防ぐために十分に活用しなければならない。しかし、土砂災害の発生個所や堤防の決壊、道路の破損や浸水範囲など直接的な、経済的被害が発生した個所についての記録はあっても、土砂流出を促した河川の流量についての記録は非常に少なく、雨量や水位の記録から推し量るしかない。

河川の堤防決壊やそれに伴う土砂流出は決壊個所だけの問題ではなく、周辺の土地利用など環境の変化と、それによる河川流量の変化が関係している。したがって雨量や水位に加え河川の流量を把握できれば個別の被害個所を流域ごとに有機的につなぎ、災害の全

体像を把握する事ができると考える。

近年 GIS の普及により土地利用情報を利用した河川流量分析研究が進められている。細密数値情報といった GIS ベースの土地利用情報を活用した研究は、河川流量の算出におけるその有用性を示している¹⁾²⁾。

しかし、過去の災害研究への土地利用情報の応用的利用は、管見の限り見られない。その理由の一つとして、広域の土地利用情報を整備するのには非常に時間がかかり、現在のところ既に整備されている 1970 年代以降の土地利用情報の利用にとどまっていることが挙げられる。

一方で、地形図が発行されている年代であれば、GIS を用いて土地利用情報を作成できるため、より古い豪雨災害に対しても河川流量を計算できる可能性がある。

そこで本研究では 1970 年代以前に生じた「昭和 28 年西日本水害」あるいは「28 水害」と呼ばれる 1953 年 6 月に北部九州を襲った豪雨災害をとりあげ当時の河川流量の試算を行う。

「昭和 28 年西日本水害」は福岡県において特に地滑

りや山崩れを多く引き起こした災害であり、その発生個所は福岡県内で5167個所、面積は8241200m²という大災害であった³⁾。筑後川流域や遠賀川流域での浸水被害も大きく、当時の水位の変化が記録されている⁴⁾。一方で二級河川など中小河川の状況がどのようであったのかは詳しいデータは当時の災害記録の中にはあまり見られないため、特にこうした二級河川の当時の状況の復元を試みる。

2. 研究方法

(1) 研究対象地域

研究対象は福岡市内に流域のほぼすべてが含まれる樋井川と室見川とする(図-1)。樋井川は福岡市南区に端を発し、博多湾へと流れる河川延長 12875m の二級河川である。「昭和 28 年西日本水害」では 4 個所が決壊している⁴⁾。一方の室見川は福岡市早良区および西区を博多湾へと流れる二級河川であり、河川延長 15141m の二級河川である。「昭和 28 年西日本水害」では決壊個所は報告されていないが支流の金屑川で 1 個所の決壊と下流域全体に広がる広い浸水被害地が報告されている^{4) 5)}。また、室見川流域である早良郡では 118 箇所の崩壊や多数の道路損壊も報告されている^{3) 6)}。こうした土砂流出も洪水被害に大きな影響を与えると考えられる。しかし現在はそれらの時間や箇所を特定できる資料に乏しく、この流域における被害の全体像は詳しくはわかっていない。



図-1 研究対象地域

(2) 分析方法

分析は、まず土地利用情報と河川流量との適合を確認するために現代の土地利用情報と雨量および河川流量とを用いて検証を行った。検証には雨量と流量の実測値が得られた 1993 年 8 月 9 日から 10 日のデータを用いた⁷⁾。その後 1953 年に近い年代の土地利用情報と当時の雨量とを用いて河川流量の試算を行うという手順で進めた。この雨量のデータは 1953 年 6 月 25 日から 26 日のデータを用いた⁴⁾。

分析対象地域である室見川と樋井川の流域は国土地理院発行の『数値地図 50m メッシュ(標高)』を基にして GIS(ArcView9)を用いて水の流下方向を 100m 四方のメッシュで算出し、流域を決定した。

土地利用情報の作成には 2 万 5 千分の 1 地形図を用いた。地形図は雨量データの年代に近く、かつ測量による修正が行われている図を利用することとした。1953 年の流量計算には 1936 年(一部 1938)の地形図を、現代の流量計算には 2005 年(一部 1998)の地形図を用い、地図記号から土地利用図を作成した。

土地利用の区分は都市化の進展に伴う環境変化を捉えられるよう、一般宅地、樹木宅地、学校、水田、畑、果樹園、森林、竹林、水域、空地、交通施設、荒地、その他、鉄道、密集市街地、ゴルフ場とした。

この土地利用区分に応じて雨水の流出度合いを示す流出係数を対応させて流出係数分布図を作成した(表-1)。流出係数は河川砂防技術基準に記載された土

表-1 土地利用と流出係数の対応

地形図データ対応		
土地利用	土地利用等区分	流出係数
1一般宅地	一般市街地	0.8
2樹木宅地	樹木を多く持つ高級住宅地や、畑地などが割合残る部外地域	0.35
3学校	住宅公園団地などの中層住宅団地や1戸建て住宅の多い地域	0.5
4水田	水田	0.7
5畑	畑原野	0.6
6果樹園	起伏のある土地及び樹林0.50-0.75	0.625
7森林	山地	0.7
8竹林	勾配の緩い山地	0.3
9水域	水面	1
10空地	浸透面の野外作業場などの、間地を若干持つ工場地域や庭が若干ある住宅地域	0.65
11交通施設	道路	0.85
12荒地	間地	0.2
13その他	他の不浸透面	0.8
14鉄道	間地	0.2
15密集市街地	密集市街地	0.9
16ゴルフ場	芝、樹木の多い公園	0.21

地利用等区分に定められた流出係数を用いた^{8) 9)}.

各地点を土地利用ごとに小規模な流域と捉え、流出係数および時間毎の雨量を合理式(1)に代入してそれぞれの地点からの雨水の流出量を算出した¹⁰⁾.

(1) 合理式

$$Q_{max} = \frac{1}{360} \cdot C \cdot I \cdot A$$

Q_{max} : ピーク流出量(m^3/s), C : 流出係数, I : 流達時間 T における降雨強度(mm/h), A : 排水面積(ha)

各地点からのこの流出量を 3 次メッシュごとに集計し、流下方向へと時間の経過とともに移動させることでシミュレートを行い、3 次メッシュそれぞれの時間ごとの河川流量を算出した。流下方向への移動時間は流速によって決まる。マニングの式から平均流速は斜度、径深、粗度係数によって算出することができる¹⁰⁾。流下方向を決定する際に用いた標高データから斜度を算出し、100m メッシュごとの平均流速を計算して 3 次メッシュごとに集計した。3 次メッシュの範囲内には河川だけでなく多様な土地利用が含まれ、また斜度も多様であることから、径深を 0.05、粗度係数を 0.03 として計算した結果、0.01m/s から 3.80m/s までの広い範囲での平均速度が算出された。シミュレートに際してはこの中間値である 1.91m/s を全体の流下速度として採用した。

3. 実測値と計算値の比較

(1) 土地利用と流出係数分布

現代の土地利用をみると樋井川流域はそのほとんどが市街地化しており、最上流域のみが森林である(図-2)。一般宅地や密集市街地といった市街地が流域内に占

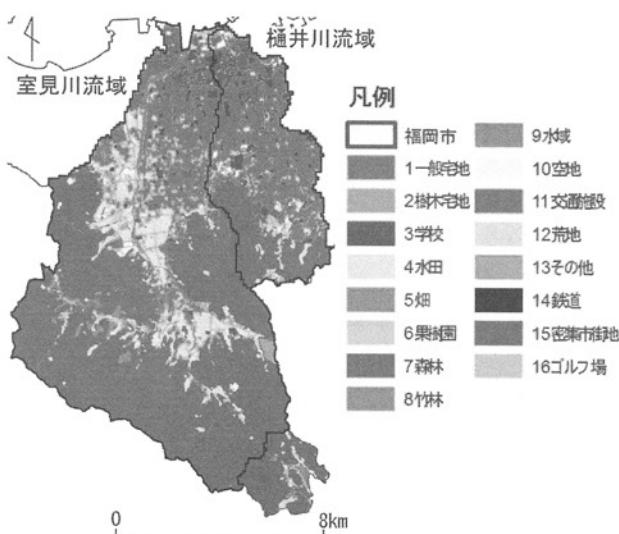


図-2 現代の土地利用

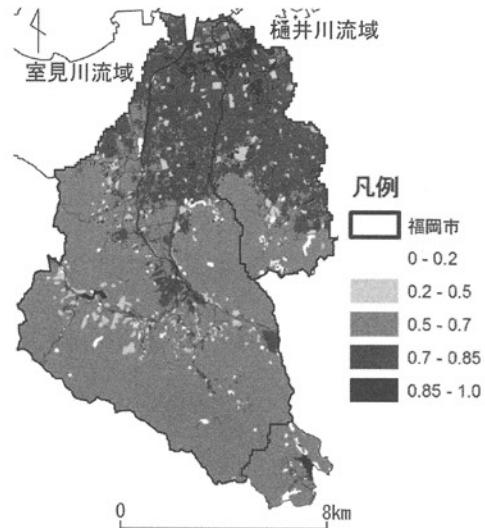


図-3 現代の流出係数分布

める割合は 55.7% であり、森林や竹林は 27.1%，水田や畑は 3% に満たない。

一方の室見川流域は下流域が市街地であるが、上流域と中流域は森林および水田が多く残っている。市街地は 19.4% であり、森林や竹林は 61.6%，水田や畑も 11.1% を占めている。

流出係数はこの市街化が進んでいる地域で非常に高くなっている(図-3)。市街化地域と非市街化地域の対比が明瞭に現れている。

入手された流量データは室見川の田村大橋地点における観測データである。この地点は市街化地域よりも上流に位置している。1970 年代以降のこの地域における主な土地利用変化は市街化によるものである¹¹⁾。そのため土地利用情報を作成した土地利用図と河川流量の観測データとの年代の違いは大きな影響をもたらさないと考えられる。

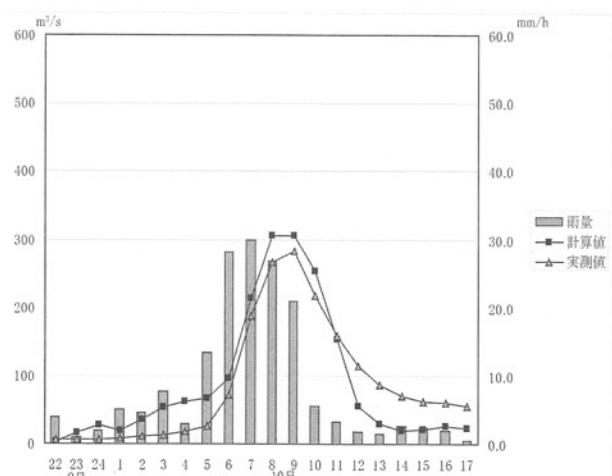


図-4 1993年8月9日・10日の室見川河川流量

(2) 河川流量の分析と実測値との比較

図-4は1993年8月9日から10日の雨量と観測地点における実測流量、そして河川流量の計算値のグラフである。シミュレートの結果は河川流量がピークを迎える時間によくとらえている。

実測データにおける河川流量のピークは8月10日午前9時であり、その時間の観測地点における流量は $282.78 \text{ m}^3/\text{s}$ である。シミュレートによる同時刻の河川流量は $305.27 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、その誤差は7.95%であった。

シミュレートによる流量はピークよりも前が実測値よりも高く、ピークを過ぎた後が実測値よりも低い傾向を示している。また雨量の変化による流量変化は実測値よりもシミュレート値の方が明確に現れている。つまり地表面上にふった雨が実際よりも早く流水として評価され、実際の河川の流下よりもシミュレート上では早く流下している水が存在することを示している。

この結果は、現実には3次メッシュ内部において土地利用や斜度に応じた流速に違いがあり、集水に時間的な違いがあることや、各地点を貯留現象の考慮が必要ない小流域と見なして河川内などにおける貯留を考慮していないことが原因として考えられる。

しかしこのシミュレートモデルは観測時間全体における流量の総量が実測値と計算値では3.12%の誤差であった。実測値とシミュレートの流量の誤差は小さく、流量のピーク時間をうまく捉えられるモデルとして1953年6月水害の河川流量試算に適用する。

4. 1953年6月水害時の河川流量試算

(1) 土地利用と流出係数分布

図-5はシミュレートに用いた土地利用情報である。現

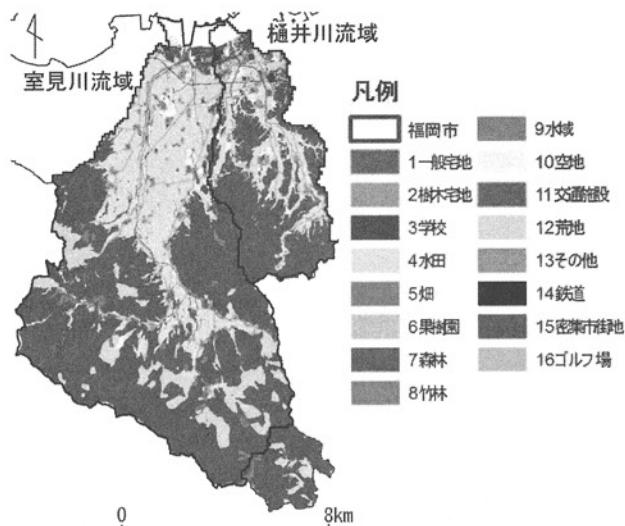


図-5 シミュレート用の土地利用

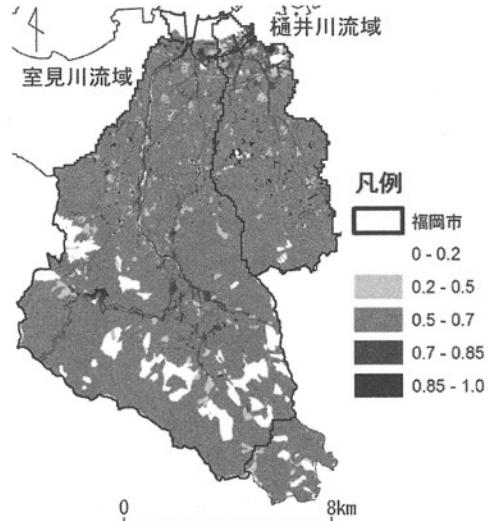


図-6 シミュレート用の流出係数分布

代の土地利用と比べると市街地が少なく水田および森林が全体に多いことが見て取れる。特に樋井川流域の市街化が進んでおらず、水田の分布から谷地形を読み取ることができる。また山間部には多くの荒地がみられることも特徴的であり、植林が進む前の山間部の景観が見て取れる。

樋井川流域における市街地が占める割合は8.2%と、現代に比べて非常に小さく、それに対して水田が22.6%、森林および竹林が54.1%と、非常に高い値を示す。また室見川流域では市街地が占める割合はさらに低く、3.6%である。一方で水田は24.5%、森林が56.2%であり、加えて荒地が8.1%を占める。

そのため流出係数は現代に比べて低い値を示す地区が大きく広がっている(図-6)。1953年6月水害は甚大な被害をもたらした豪雨災害であったが、同じ雨量であれば河川に集まる水量は現代よりもずっと少なかつたと考えられる。

(2) 河川流量試算

1953年6月の豪雨は25日午前9時に降り始め、26日の17時には一度終息する。その後27日から再び降り始め、29日まで雨が続く。今回のシミュレートは福岡で観測された最も高い1時間雨量を含む25日から26日にかけての雨量データを用いて行った。

このときの雨は短時間に集中的に豪雨を降らせており、25日の午後21時に一度強い雨が降った後、勢いはいったん衰え、24時から翌26日1時にかけて、1時間に57.4mmという非常に強い雨がこの地方を襲っている。その後再び雨の勢いは衰えるものの、26日午前6時にもう一度1時間に45.3mmという強い雨が降り、そしてようやく終息へと向かう(図-7)。

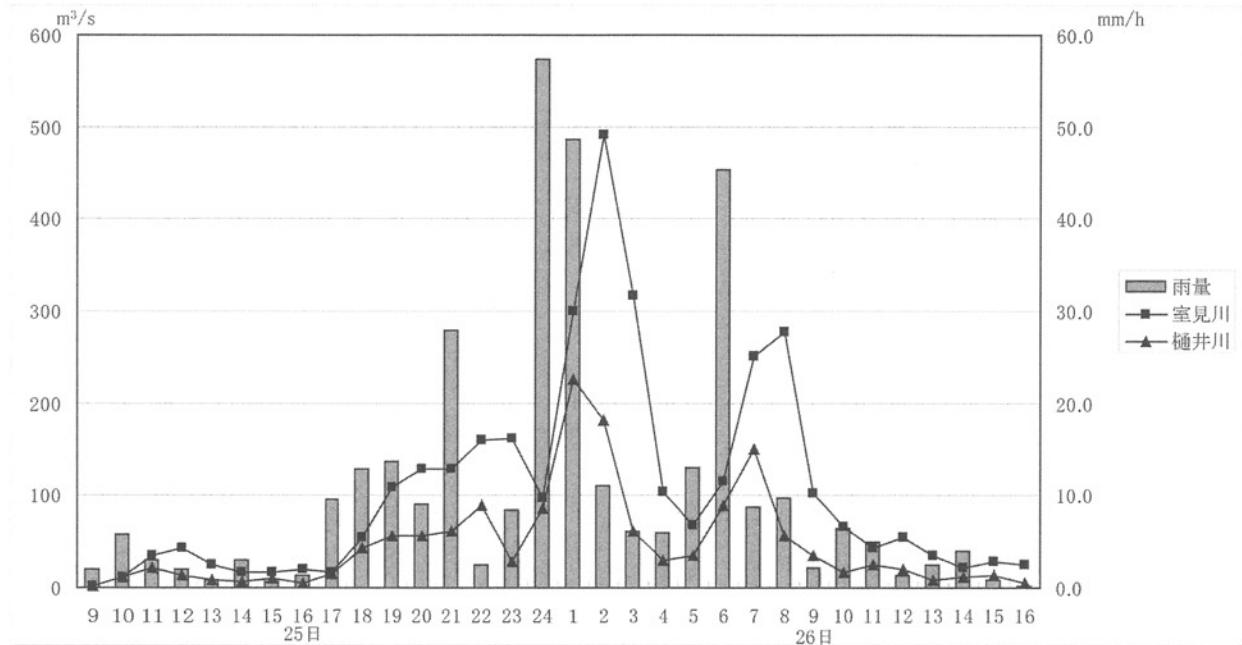


図-7 1953年6月25日・26日の河川流量

室見川の観測地点である田村大橋付近では、強い雨が降ってから1時間後に増水し始めて、約2時間後に河川流量のピークが訪れていることがわかる。最も河川流量が大きくなったのは26日午前2時であり、このときの流量は $490.72\text{ m}^3/\text{s}$ であった。その後26日午前8時にも再び増水し、 $276.57\text{ m}^3/\text{s}$ に達している。この時は午前6時の降雨が影響しているものと考えられるが、午前7時には雨が収束しており、午前6時から見て1時間後である7時の増水から8時のピークまでの流量変化は小さい。強い雨が2時間降り続くことが流量を大きく増大させる要因となっていると考えられる。

一方の樋井川が市街地に達する樋井川観測点では流量のピークが強い雨の1時間後に訪れている。最も流量が大きい時間は26日の午前1時であり、このときの流量は $225.16\text{ m}^3/\text{s}$ であった。樋井川は室見川に比べて流域が狭いため、同じ雨量でも流量は小さく、ピーク時でも室見川の約半分であったことがわかる。しかし一方で強い降雨があった場合、室見川よりも早くその影響が市街地へと達していたということも、この結果は示している。

(3) 流下のシミュレート

図-8は最も強い雨が降り始める前の25日午後23時から26日午前3時までの、対象地域内の河川流量のシミュレート結果である。強い雨が降り始めると、流域全体にわたって地表面や各支流の流量が高くなり、次第に本流へと収束していく様子が示されている。

特に室見川においては山間部からの支流が集まる地

点において、強い降雨から1時間後に下流よりも流量が大きくなっている。この地点は両側から山地が迫ってきており、この上流部分には扇状地が形成されている。この地点に流水が集まるということと土砂の堆積や災害の危険性との関連も示唆される結果である。

上述のようにこの手法によって災害時の流量データが残されていない、樋井川および室見川における、1953年当時の流量を、一地点だけではなく、河川流域全体において求め、流下の特徴を捉えられることがわかった。

5. まとめ

本研究は地形図から作成した土地利用情報を、過去の災害時における河川流量の算出へ応用することを試みた。その事例として福岡市の樋井川と室見川という2級河川を対象として、1953年6月水害時の河川流量を算出し、雨水の流下をシミュレートした。

その結果、地形図を用いた土地利用情報から算出された河川流量の値は、実測値との間でピーク時の流量が7.95%、流量の総量が3.12%の誤差で再現できること、この精度で再現された1953年6月水害時の同一地点のピーク流量は $490.72\text{ m}^3/\text{s}$ であること、二つの河川の流域全体にわたって、災害時に各地点においてどれほどどの流水があるかを示すことができることがわかった。

この手法のシミュレートを3次メッシュよりも精度を上げること、流量の算出に斜度や土地利用による流速の

違いと貯留を考慮に入れること、土砂流出の発生箇所と発生時間との記録とあわせること、の3点を進めていくことで、災害の全体像を把握し、環境の変化による土砂災害の危険性の変化をよりよく捕らえることができると考える。今後の課題である。

謝辞：本稿は、平成22年度河川整備基金助成金による研究課題「異常豪雨による都市域の大規模氾濫災害に関する調査研究(代表：橋本晴行)」の一部として実施したものに加えて福岡市史編纂事業の一部を使用した。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 松原祐樹・小寺浩二・岡泰道：流出解析における細密数値情報の活用に関する基礎的研究、法政大学計算科学研究中心研究報告、14, 147-152, 2001.
- 2) 酒井健博・小寺浩二・岡泰道：細密数値情報の活用による土地利用変化を考慮した流出解析、法政大学計算科学研究中心研究報告、15, 75-76, 2002.
- 3) 西日本水害調査研究委員会編：昭和28年西日本水害調査報告書、土木学会西部支部、589, 1957.
- 4) 福岡県：昭和二十八年六月福岡県水害誌、福岡県、565, 1954.
- 5) 福岡市防災会議編：福岡市における風水害被害想定基礎調査、福岡市防災会議、115, 1975.
- 6) 福岡県：六月二十五日来の豪雨による災害概況、福岡県、1953.
- 7) 福岡県：室見川工事実施基本計画策定業務委託報告書、福岡県、231, 1996.
- 8) 国土交通省河川局監修、社団法人日本河川協会編：国土交通省河川砂防技術基準 同解説・計画編、山海堂、230, 2005.
- 9) 建設省河川局監修、社団法人日本河川協会編：建設省河川砂防技術基準(案)計画編、山海堂、224, 1976.
- 10) 土木学会 水理委員会・水理公式集改訂小委員会編：水理公式集[平成11年版]、社団法人 土木学会、713, 1999.
- 11) 宗建郎・黒木貴一・磯望・黒田圭介・後藤健介：地形図を利用した河川環境変化の長期評価-福岡市の事例-,地域防災研究論文集, 3, 57-63, 2011.

(2012.5.9受付)

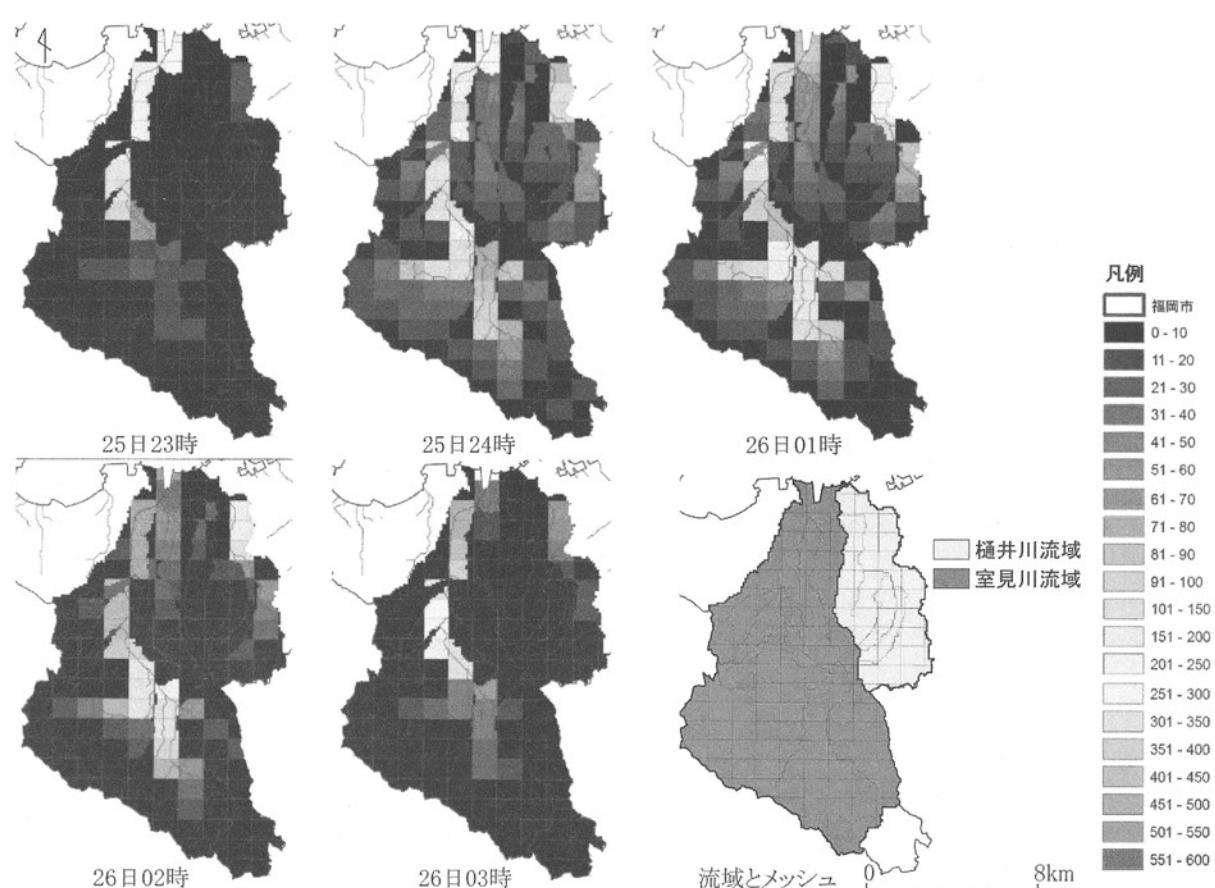


図-8 1953年6月水害の流量シミュレート